

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-193205

(43) 公開日 平成7年(1995)7月28日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 L 27/14

識別記号

庁内整理番号

7376-4M

F I

H 0 1 L 27/14

技術表示箇所

K

審査請求 有 請求項の数2 O L (全4頁)

(21) 出願番号 特願平5-330293

(22) 出願日 平成5年(1993)12月27日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 田邊 顕人

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 遠山 茂

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

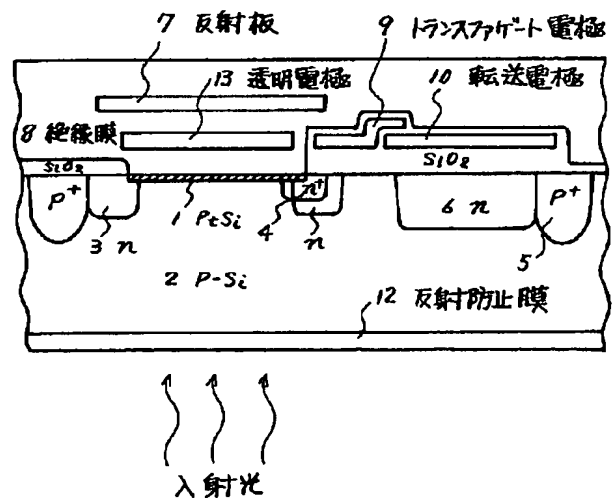
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 光電変換素子とその駆動方法

(57) 【要約】

【目的】 入射光吸収を最大にする最適な光学特性を達成しつつ、フォトダイオード容量を増大する光学変換素子および駆動方法を提供する。

【構成】 フォトダイオード（白金シリサイド1-p型シリコン基板2のショットキダイオード）-反射板7間に透明電極13を形成する。光は裏面より入射し、白金シリサイド膜に腹が来るように反射板7が形成され、入射光を有効に吸収する。透明電極は白金シリサイド膜に対抗して、反射板よりも近くに形成される。この透明電極-白金シリサイド膜間容量はフォトダイオード容量として利用する。入射光の吸収という光学的特性を最適化する反射板と、フォトダイオード容量を決定する透明電極に個別に形成しているので、光学的に最適な厚さを確保しつつフォトダイオード容量を増大する光学変換素子を提供することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 フォトダイオード上に絶縁膜を介して入射光を反射する反射板が設置された裏面照射型光電変換素子に於て、フォトダイオードー反射板間に透明電極を形成したことを特徴とする光電変換素子。

【請求項2】 フォトダイオード上に絶縁膜を介して入射光を反射する反射板が設置された裏面照射型光電変換素子、又はさらにフォトダイオードー反射板間に透明電極が形成された光電変換素子に於て、それぞれ反射板および透明電極に、所定のタイミングでフォトダイオード電位リセット時の方が電荷蓄積時よりも電位が低いようにパルス電圧を印加することを特徴とする光電変換素子の駆動方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は裏面照射型光電変換素子とその駆動方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の光電変換素子とその駆動方法について例を挙げて説明する。図3(a)は従来の裏面照射型光電変換素子が2次元に配列されたCCDイメージセンサの単位画素の断面図であり、ここではフォトダイオードに白金シリサイド／シリコン・ショントキダイオードを用いた赤外線センサの場合について示している。p型シリコン基板2上に白金シリサイド膜1がショットキ接触されフォトダイオードを形成し、その周辺にはリーク電流を抑制するためにnガードリング3が形成される。フォトダイオードに蓄積された電荷は隣接されたCCDで転送され外部に出力される。CCDはnウェル6と転送電極10及びトランスファゲート電極9で構成される。電荷を読み出すためにトランスファゲート電極に印加する駆動波形を図3(b)に示す。 $t_1 \sim t_2$ に高レベルの高圧を印加してトランスファゲートを導通状態とし、フォトダイオードの電位をリセットすると同時にCCDへ蓄積電荷を読み出している。その後はCCDで電荷が転送されるがその動作の説明は省略する。 $t_3$ でまた電荷を読み出し、 $t_3 - t_2$ が電荷蓄積時間となる。この読み出し動作は、1フィールドまたは1フレームに1回の割合で行なわれる。

【0003】 赤外線は裏面より入射し、フォトダイオードでの光吸収を最大にするため、裏面には反射を低減する反射防止膜12が形成され、白金シリサイド膜1に定在波の腹が来るように白金シリサイド膜1上には絶縁膜8に隔てられて反射板7が形成される。通常この反射板にはアルミニウム等の金属が使用されている。このセンサの場合3～5 $\mu\text{m}$ の波長の赤外線を検出するのに使用されるため、白金シリサイドー反射板間の距離は4 $\mu\text{m}$ 付近に吸収ピークが来るように調整される。その光学距離は約 $(2n+1)/4$ 波長( $n$ は0以上の整数)であり、一般的に絶縁膜での光吸収を最小とするために約1

$/4$ 波長となっている。具体的にはSPIEの proceedings 1685巻2～19ページに示されているように、絶縁膜が $\text{SiO}_2$ 膜の場合には7500オングストローム(以下Aと略す)、 $\text{SiO}$ 膜の場合には5600Aである。この2つの絶縁膜の厚さの違いは、屈折率の違いによる。このように白金シリサイドー反射板間の距離は、絶縁膜が決まれば最適値が決まってしまう。ところが図4に示す様に、この白金シリサイドー反射板間はフォトダイオード容量(フォトダイオードに蓄積される電子の数として表している。)の一部として働くことが分かる。図4は反射板を接地し、白金シリサイドー反射板間を変化させた時のフォトダイオード容量を、リセット電圧の関数として示したものである。この時の絶縁膜は $\text{SiO}_2$ である。最適値に近い酸化膜厚が8000Aの結果とさらに反射板のない場合との比較から、白金シリサイドー反射板間容量はフォトダイオード容量の半分程度を占め大きな成分であることがわかる。赤外線センサでは300K輻射光等によるバックグランド成分が大きく、ダイナミックレンジ拡大のためにフォトダイオード容量を増大する必要がある。前述したように白金シリサイドー反射板間容量は、フォトダイオード容量の主要な成分であるのでこの容量を増大することで効果的にフォトダイオード容量を増大できる。しかし、白金シリサイドー反射板間の距離は光学的な特性から最適値が存在するのでフォトダイオード容量を増大させるために絶縁膜の厚さを減少させることはできない。また従来、図3に示した光学変換素子の駆動に於ては、反射板を接地することやパルス電圧を印加することは行なわれていない。反射板を接地しない場合には、反射板の電位はフォトダイオードの電位と等しくなるので、白金シリサイドー反射板間容量を利用することはできない。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、上述の課題に鑑み、入射光吸収を最大にする最適な光学特性を達成しつつ、フォトダイオード容量を増大する光電変換素子および駆動方法を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明の光電変換素子は、フォトダイオード上に絶縁膜を介して入射光を反射する反射板が設置された裏面照射型光電変換素子に於て、フォトダイオードー反射板間に透明電極を形成したことを特徴としている。

【0006】 又、本発明の光電変換素子の駆動方法は、フォトダイオード上に絶縁膜を介して入射光を反射する反射板が設置された裏面照射型光電変換素子、又はさらにフォトダイオードー反射板間に透明電極が形成された光電変換素子に於て、それぞれ反射板および透明電極に、所定のタイミングでフォトダイオード電位リセット時の方が電荷蓄積時よりも電位が低いようにパルス電圧を印加することを特徴としている。

【0007】第1の発明では入射光の吸収という光学的特性を最適化する反射板と、フォトダイオード容量を決定する透明電極を別個に形成しているの、光学的に最適な厚さを確保しつつフォトダイオード容量を最大する光学変換素子を提供することができる。

【0008】また第2の発明では反射板の位置とは関係なしに、白金シリサイドに対向する電極にパルス電圧を印加することによってフォトダイオード容量を増大させているので、光学的特性の最適化とフォトダイオード容量の増大を独立に行なうことができる。

【0009】

【実施例】

（実施例1）まず、第1の発明の実施例について具体的に説明する。図1は第1の発明の光電変換素子の一実施例であり、従来例と同様に光学変換素子に蓄積された電荷をCCDで読み出す素子の断面図を示している。この実施例が図3（a）に示した従来例と異なる点は、白金シリサイド膜1-反射板7間に透明電極13が絶縁膜8中に存在していることである。この透明電極としては100Å以下の白金シリサイド等の金属薄膜や、光電変換する波長のエネルギーよりもバンドギャップの大きな半導体を使用する。本実施例の3～5μm帯の赤外線光電変換素子の場合そのエネルギーは0.4eV以下であるので、それよりバンドギャップの大きなポリクリスタルシリコン、アモルファスシリコンやZnSe等の半導体を透明電極として使用できる。この場合抵抗値との兼ねから透明電極はある程度の厚さを持つが、白金シリサイド-反射板間の最適な光学距離は従来例で述べたように約 $(2n+1)/4$ 波長（nは0以上の整数）であるので、整数nの値を調整することで最適な光学特性を達成することができる。また白金シリサイド薄膜は40Å程度ではその透過率は3～5μmで80%以上であるので、透明電極として使用できる。この場合には透明電極の厚さが十分薄く、最適な光学距離は約 $1/4$ 波長となる。

【0010】白金シリサイド-透明電極間の容量は誘電体の挟まれた平行平板コンデンサ容量であるので、間隔が小さいほどフォトダイオード容量は大きくなる。その間隔は従来例の図3と比較して、白金シリサイド-反射板間から白金シリサイド-透明電極間に縮小されるので、フォトダイオード容量を増大することができる。つまり本発明の光電変換素子によれば入射光吸収を最大にする最適な光学特性を達成しつつ、フォトダイオード容量の増大を実現できる。

【0011】なお本実施例では読み出し回路としてCCDを用いた場合について説明したが、本発明は光電変換部の特性を向上するものであるので、当然MOSやCS Dなど他の読み出し回路を利用したセンサにも適用可能である。さらに単体センサおよび1次元または2次元のアレイセンサの何れにも適用できる。

（実施例2）次に第2の発明である光電変換素子の駆動方法の実施例について具体的に説明する。この場合の光電変換素子としては、図1に示すように透明電極を持つ構造でも従来例の様に反射板しか持たない構造の何れでも実施可能である。図2は本発明の一実施例の、トランスファゲート電極及び白金シリサイドに対向する電極（反射板又は透明電極）に印加するパルス電圧のタイミングを示している。この図が従来例を示す図3（b）と異なる点は白金シリサイドに対向する電極にパルス電圧を印加していることである。t<sub>1</sub>～t<sub>3</sub>でトランスファゲートに高レベルの電圧を印加することで、フォトダイオードの電位をV<sub>rst</sub>にリセットすると同時にCCDに読み出す。フォトダイオードをリセット中のt<sub>2</sub>で対向電極の電圧をV<sub>Al, str</sub>からV<sub>Al, rst</sub>とし、リセット後t<sub>4</sub>でV<sub>Al, str</sub>とする。

【0012】フォトダイオードの電位はV<sub>rst</sub>にリセットされたのち、電荷が蓄積されるにしたがって電位が下がり0Vになるまで電荷が蓄積される。電位がV<sub>pp</sub>のときにフォトダイオードに蓄積されている電子の数をN（V<sub>pp</sub>）とすると、N（V<sub>pp</sub>=0）は読みだされないののでCCDへ読みだされる実効的な電荷量N<sub>pd</sub>は次式で与えられる。

【0013】

$$N_{pd} = N(V_{pd} = V_{rst}) - N(V_{pd} = 0)$$

N<sub>pd</sub>の一部である白金シリサイドとその対向電極間の容量に蓄積される電子数は $\epsilon_{di}(V_{pd} - V_{Al})S/qd_{di}$ で与えられるので、図2に示すようなパルス電圧を印加した場合には、実効的に電荷量N<sub>di</sub>は次式で与えられる。ここで $\epsilon_{di}$ 、 $d_{di}$ はそれぞれ絶縁体の誘電率、厚さであり、V<sub>Al</sub>は対向電極の電圧、Sはフォトダイオード面積、qは素電荷である。

$$N_{di} = \epsilon_{di}(V_{rst} - V_{Al, rst})S/qd_{di} - \epsilon_{di}(0 - V_{Al, str})S/qd_{di} = \epsilon_{di}V_{rst}S/qd_{di} + \epsilon_{di}(V_{Al, str} - V_{Al, rst})S/qd_{di}$$

対向電極の電位が一定の場合にはV<sub>Al, str</sub>=V<sub>Al, rst</sub>で第2項が0であるのに対し、V<sub>Al, str</sub>>V<sub>Al, rst</sub>であれば第2項分だけフォトダイオード容量を増加させることができる。

【0014】なお第1および第2の発明の実施例では、トランスファゲートをトランスファゲート電極で制御する場合について示したが、転送電極をトランスファゲート領域まで伸ばし転送電極に3値パルス印加する場合にも、本発明は同様に適用できる。

【0015】

【発明の効果】以上に説明したように本発明による光電変換素子またはその駆動方法によれば、入射光吸収を最大にする最適な光学特性を達成しつつ、フォトダイオード容量を増大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明の一実施例を示す図。

【図2】第2の発明の実施例を示す図である。

【図3】従来例を示す図である。

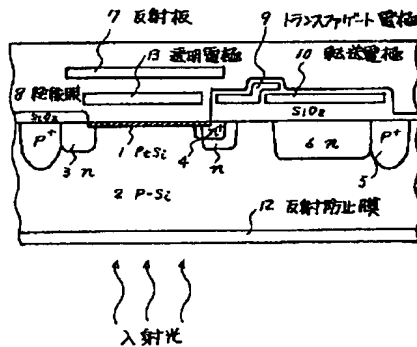
【図4】白金シリサイド-反射板間の距離を変化させた時の、CCDへ読み出し可能な電子数で表わしたフォトダイオード容量をフォトダイオードリセット電圧の関数として示した図である。

【符号の説明】

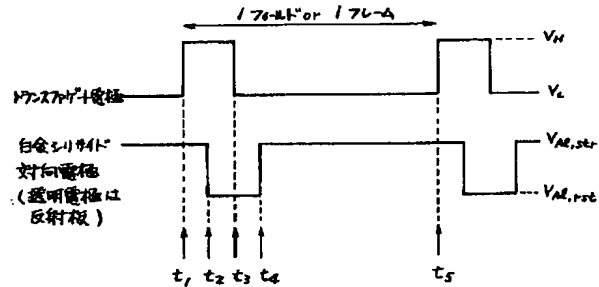
- 1 白金シリサイド
- 2 p型Si基板
- 3 nガードリング

- 4 n<sup>+</sup>領域
- 5 p<sup>+</sup>チャネルストップ
- 6 nウェル
- 7 反射板
- 8 絶縁膜
- 9 トランスファゲート電極
- 10 転送電極
- 11 熱酸化膜
- 12 反射防止膜
- 13 透明電極

【図1】

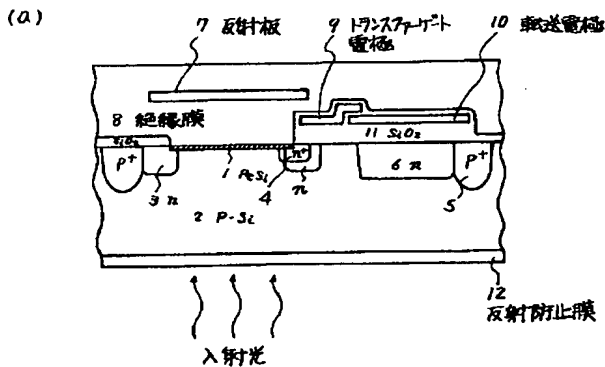


【図2】

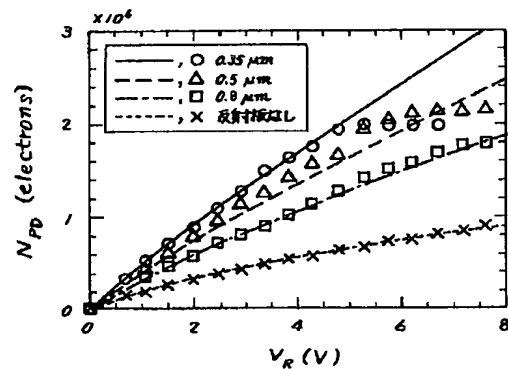
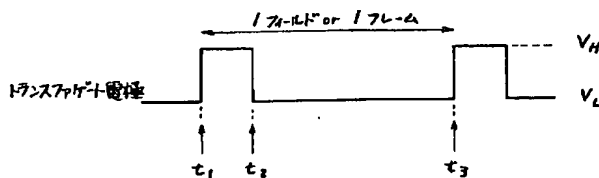


【図4】

【図3】



(b)



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-193205

(43)Date of publication of application : 28.07.1995

---

(51)Int.Cl.

H01L 27/14

---

(21)Application number : 05-330293 (71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 27.12.1993 (72)Inventor : TANABE AKITO  
TOYAMA SHIGERU

---

(54) PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT AND ITS DRIVING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase the photodiode capacity with attaining an optimum optical characteristic for maximizing the incident light absorption.

CONSTITUTION: A transparent electrode 13 is formed between a photodiode (Schottky diode with a Pt silicide 1-p-type Si substrate 2) and reflection plate 7. A light is incident on the back side and effectively absorbed. The electrode 13 facing at a Pt silicide film is formed nearer than the plate 7. The capacity between the electrode and Pt silicide film is utilized as a photodiode capacity. Since the reflection plate optimizing the optical characteristic to absorb the incident light and the transparent electrode to determine the photodiode capacity are separately formed an optical conversion element having an increased photodiode capacity with ensuring an optically optimum thickness can be provided.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]An optoelectric transducer forming a transparent electrode between photo-diode light reflectors in a rear-face exposure type optoelectric transducer in which a light reflector which reflects incident light via an insulator layer on a photo-diode was installed.

[Claim 2]A rear-face exposure type optoelectric transducer in which a light reflector which reflects incident light via an insulator layer on a photo-diode was installed Or in an optoelectric transducer by which a transparent electrode was further formed between photo-diode light reflectors A drive method of an optoelectric transducer wherein a direction at the time of photo-diode potential reset impresses pulse voltage to a light reflector and a transparent electrode by predetermined die mingrespectively so that lower [ potential ] than the time of a

charge storage.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to a rear-face exposure type optoelectric transducer and its drive method.

[0002]

[Description of the Prior Art] An example is given and explained about the conventional optoelectric transducer and its drive method. drawing 3 (a) is a sectional view of the unit pixel of the CCD series with which the conventional rear-face exposure type optoelectric transducer was arranged by two dimensions -- here -- a photo-diode -- platinum silicide / silicon SHON -- an ibis -- the case of the infrared sensor using a diode is shown. On the p type silicon substrate 2 Schottky contact of the platinum silicide film 1 is carried out a photo-diode is formed and in order to control leakage current the n guard ring 3 is formed around it. The electric charge accumulated in the photo-diode is transmitted by adjoining CCD and is outputted outside. CCD comprises the n well 6 the transfer electrode 10 and the transfer gate electrode 9. In order to read an electric charge the driving waveform impressed to a transfer gate electrode is shown in drawing 3 (b). The high voltage of a high level was impressed to  $t_1 - t_2$  the transfer gate was made into switch-on and stored charge is read to CCD at the same time it resets the potential of a photo-diode. Although an electric charge is transmitted by CCD after that explanation of the operation is omitted. An electric charge is read by  $t_3$  again and  $t_3 - t_2$  serves as charge storage time. This read operation is performed to the 1 field or one frame at 1 time of a rate.

[0003] Infrared rays enter from a rear face in order to make optical absorption in a photo-diode into the maximum the antireflection film 12 which reduces reflection is formed in a rear face and on the platinum silicide film 1 it is separated by the insulator layer 8 so that the belly of a standing wave may come to the platinum silicide film 1 and the light reflector 7 is formed. Usually metals such as aluminum is used for this light reflector. Since it is used for detecting infrared rays with a wavelength of 3-5 micrometers in the case of this sensor the distance between platinum silicide light reflectors is adjusted so that an absorption peak may come near 4 micrometer. The optical distance is abbreviation  $(2n+1)/4$  wave ( $n$  is zero or more integers) and in order to make optical absorption in an insulator layer into the minimum generally it has about  $1/4$  waves. In the case of 7500 Å (it omits the following Å) and a SiO film it is 5600 Å when an insulator layer is a SiO<sub>2</sub> film as specifically shown in 2-19 pages of 1685-volume proceedings of SPIE. The difference in the thickness of these two insulator layers is based on the difference in a refractive index. Thus as for the distance between platinum silicide light reflectors an optimum value will be decided if an insulator layer is decided.

However as shown in drawing 4 it turns out between this platinum silicide light reflector that it works as a part of photo-diode capacity (it expresses as the number of the electrons accumulated in a photo-diode.). Drawing 4 grounds a light reflector and shows photo-diode capacity when changing between platinum silicide light reflectors as a function of reset voltage. The insulator layer at this time is  $\text{SiO}_2$ . The capacity between platinum silicide light reflectors occupies the half grade of photo-diode capacity and comparison with the case where a light reflector does not have the oxide film thicknesses near an optimum value further with the result of 8000A shows that it is a big ingredient. In an infrared sensor the background ingredient by 300K radiation light etc. needs to be large and needs to increase photo-diode capacity for dynamic lens expansion. As mentioned above since the capacity between platinum silicide light reflectors is ingredients with main photo-diode capacity it can increase photo-diode capacity effectively by increasing this capacity. However the distance between platinum silicide light reflectors cannot decrease thickness of an insulator layer in order to increase photo-diode capacity since an optimum value exists from the optical characteristic. In the drive of the optical sensing element shown in drawing 3 impressing grounding a light reflector and pulse voltage is not performed conventionally. Since the potential of a light reflector becomes equal to the potential of a photo-diode in not grounding a light reflector capacity between platinum silicide light reflectors cannot be used.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] An object of this invention is to provide the optoelectric transducer and drive method which increase photo-diode capacity attaining the optimal optical property that makes incident light absorption the maximum in view of an above-mentioned technical problem.

[0005]

[Means for Solving the Problem] An optoelectric transducer of this invention is characterized by forming a transparent electrode between photo-diode light reflectors in a rear-face exposure type optoelectric transducer in which a light reflector which reflects incident light via an insulator layer on a photo-diode was installed.

[0006] A rear-face exposure type optoelectric transducer in which a light reflector with which a drive method of an optoelectric transducer of this invention reflects incident light via an insulator layer on a photo-diode was installed Or it is characterized by a direction at the time of photo-diode potential reset impressing pulse voltage to a light reflector and a transparent electrode to predetermined timing respectively so that lower [ potential ] than the time of a charge storage in an optoelectric transducer by which a transparent electrode was further formed between photo-diode light reflectors.

[0007] Since a light reflector which optimizes the optical characteristic of absorption of incident light in the 1st invention and a transparent electrode which determines photo-diode capacity are formed separately an optical sensing element which carries out the maximum of the photo-diode capacity can be provided

securing optimal thickness optically.

[0008] Since photo-diode capacity is increased by impressing pulse voltage to an electrode which counters platinum silicide nothing with regards to a position of a light reflector in the 2nd invention optimization of the optical characteristic and increase of photo-diode capacity can be performed independently.

[0009]

[Example]

(Example 1) The example of the 1st invention is described concretely first.

Drawing 1 is one example of the optoelectric transducer of the 1st invention and shows the sectional view of the element which reads the electric charge accumulated in the optical sensing element like the conventional example by CCD. The point that this example differs from the conventional example shown in drawing 3 (a) is that the transparent electrode 13 exists in the insulator layer 8 between the platinum silicide film 1—light reflectors 7. As this transparent electrode is a semiconductor with a bigger band gap than metal thin films such as platinum silicide below 100 Å and the energy of wavelength which carries out photoelectric conversion is used. Since the energy is 0.4 eV or less in the case of the infrared optoelectric transducer of the 3–5–micrometer band of this example the semiconductor of poly crystal silicon with a bigger band gap than an amorphous silicon, ZnSe, etc. can be used as a transparent electrode. In this case although a transparent electrode has a certain amount of thickness from balance with resistance since the optimal optical distance between platinum silicide light reflectors is abbreviation  $(2n+1)/4$  wave ( $n$  is zero or more integers) as the conventional example described the optimal optical property can be attained by adjusting the value of the integer  $n$ . About 40 Å since the transmissivity is not less than 80% in 3–5 micrometers a platinum silicide thin film can be used as a transparent electrode. In this case the thickness of a transparent electrode will be thin enough and the optimal optical distance will be about  $1/4$  waves.

[0010] Since the capacity between platinum silicide transparent electrodes is the parallel plate capacitor capacitance into which the dielectric was inserted photo-diode capacity becomes large so that an interval is small. Since the interval is reduced between platinum silicide transparent electrodes from between platinum silicide light reflectors as compared with drawing 3 of a conventional example photo-diode capacity can be increased. That is increase of photo-diode capacity is realizable attaining the optimal optical property that makes incident light absorption the maximum according to the optoelectric transducer of this invention.

[0011] Although this example explained the case where CCD was used as readout circuitry since this invention improves the characteristic of a photoelectric conversion part it is applicable also to the sensor which naturally used other readout circuitry such as MOS and CSD. Furthermore it is applicable to both a simple substance sensor and a one-dimensional or two-dimensional array sensor. (Example 2) The example of the drive method of the optoelectric transducer which is next the 2nd invention is described concretely. Either of the structure which has only a light reflector like the structure or the conventional example which has



a transparent electrode as an optoelectric transducer in this case as shown in drawing 1 is feasible. Drawing 2 shows the timing of the pulse voltage impressed to the electrode (a light reflector or a transparent electrode) which counters the transfer gate electrode and platinum silicide of one example of this invention. The point that this figure differs from drawing 3 (b) in which a conventional example is shown is impressing pulse voltage to the electrode which counters platinum silicide. By impressing the voltage of a high level to a transfer gate by  $t_1 - t_3$  it reads to CCD at the same time it resets the potential of a photo-diode to  $V_{rst}$ . Voltage of a counterelectrode is made into  $V_{aluminum}$  by  $t_2$  while resetting a photo-diode and it is considered as  $V_{aluminum}$  by after-reset  $t_4$ .  
 [0012] An electric charge is accumulated until potential falls and the potential of a photo-diode is set to 0V as an electric charge is accumulated after it is reset by  $V_{rst}$ . If the number of the electrons accumulated in the photo-diode is set to  $N$  ( $V_{PD}$ ) when potential is  $V_{PD}$  since  $N$  ( $V_{PD}=0$ ) is not read effectual charge quantity  $N_{PD}$  read to CCD will be given with a following formula.

[0013]

$$N_{PD} = N(V_{PD} = V_{rst}) - N(V_{PD} = 0)$$

Since the electron number accumulated in the capacity between the platinum silicide which is a part of  $N_{PD}$  and its counterelectrode is given by  $\epsilon_{di}(V_{PD} - V_{Al}) S / qd_{di}$ . When pulse voltage as shown in drawing 2 is impressed charge quantity  $N_{di}$  is effectually given with a following formula.  $\epsilon_{di}$  and  $d_{di}$  are a dielectric constant of an insulator and thickness here respectively and as for  $V_{Al}$  a photodiode area and  $q$  of the voltage of a counterelectrode and  $S$  are elementary charge.

$$N_{di} = \epsilon_{di} (V_{rst} - V_{aluminumrst}) S / qd_{di} - \epsilon_{di} (0 - V_{aluminumstr}) S / qd_{di}$$

$S / qd_{di} = \epsilon_{di} V_{rst} S / qd_{di} + \epsilon_{di} (V_{aluminum and str} - V_{aluminum})$ . If it is  $V_{aluminumstr} > V_{aluminum}$  and  $rst$  photo-diode capacity can be made to increase by the 2nd paragraph to the 2nd paragraph being 0 in  $V_{aluminumstr} = V_{aluminum}$  and  $rst$  when the potential of a  $rst$   $S / qd_{di}$  counterelectrode is constant.

[0014] Although the example of the 1st and the 2nd invention showed the case where a transfer gate was controlled by a transfer gate electrode when lengthening a transfer electrode to a transfer gate field and impressing a ternary pulse to a transfer electrode this invention can be applied similarly.

[0015]

[Effect of the Invention] Photo-diode capacity can be increased attaining the optimal optical property that makes incident light absorption the maximum according to the optoelectric transducer by this invention or its drive method as explained above.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The figure showing one example of the 1st invention.

[Drawing 2] It is a figure showing the example of the 2nd invention.

[Drawing 3] It is a figure showing a conventional example.

[Drawing 4] It is a figure showing the photo-diode capacity expressed with the electron number in which read-out to CCD when changing the distance between platinum silicide light reflectors is possible as a function of photo-diode reset voltage.

[Description of Notations]

- 1 Platinum silicide
  - 2 P type Si substrate
  - 3 n guard ring
  - 4 n<sup>+</sup> field
  - 5 p<sup>+</sup> channel stop
  - 6 n well
  - 7 Light reflector
  - 8 Insulator layer
  - 9 Transfer gate electrode
  - 10 Transfer electrode
  - 11 Oxidizing film
  - 12 Antireflection film
  - 13 Transparent electrode
-